

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problems Mailbox.**



(19)

(11) Publication number: 2000101608 A

Generated Document.

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(21) Application number: 11239299

(51) Intl. Cl.: H04L 12/28 H04L 7/00

(22) Application date: 26.08.99

(30) Priority: 11.09.98 EP 98 98402245

(43) Date of application  
publication: 07.04.00(84) Designated  
contracting states:

(71) Applicant: ALCATEL

(72) Inventor: BONAVENTURE OLIVER

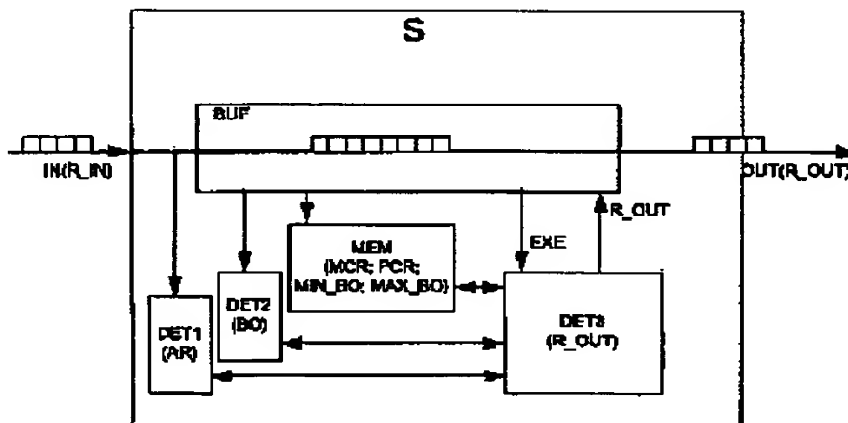
(74) Representative:

(54) SHAPING METHOD,  
SHAPING DEVICE  
IMPLEMENTING SUCH  
SHAPING METHOD, AND  
COMMUNICATION NETWORK  
INCLUDING SUCH SHAPING  
DEVICE

(57) Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To obtain a device which makes it possible to use an extra bandwidth by determining a future value of an input data packet rate AR, determining a buffer occupation rate value BO relating to the number of data packets of an input data flow which overflows at an output data packet rate and is received by a buffer, and determining a packet rate according to the values AR and BO.

**SOLUTION:** When input data packets are received by the shaping device S and buffered in the buffer BUF, a new value of the output data packet rate needs to be determined when the data packets are transmitted by the shaping device S. In order to start determination order, a control signal EXE is provided to a 3rd determining device DET3 from the buffer BUF. So that the new value of the output data packet rate can be calculated, the buffer BUF requests new values of parameters of a 1st determining device DET1, a 2nd determining device DET2, and a memory MEM with a value request control signal.



COPYRIGHT: (C)2000,JPO

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-101608

(P2000-101608A)

(43) 公開日 平成12年4月7日 (2000.4.7)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>  
H 0 4 L 12/28  
7/00

識別記号

F I  
H 0 4 L 11/20  
7/00

テーマコード\* (参考)

G  
A

審査請求 未請求 請求項の数10 O L 外国語出願 (全 34 頁)

(21) 出願番号 特願平11-239299  
(22) 出願日 平成11年8月26日 (1999.8.26)  
(31) 優先権主張番号 9 8 4 0 2 2 4 5 . 9  
(32) 優先日 平成10年9月11日 (1998.9.11)  
(33) 優先権主張国 ヨーロッパ特許庁 (E P)

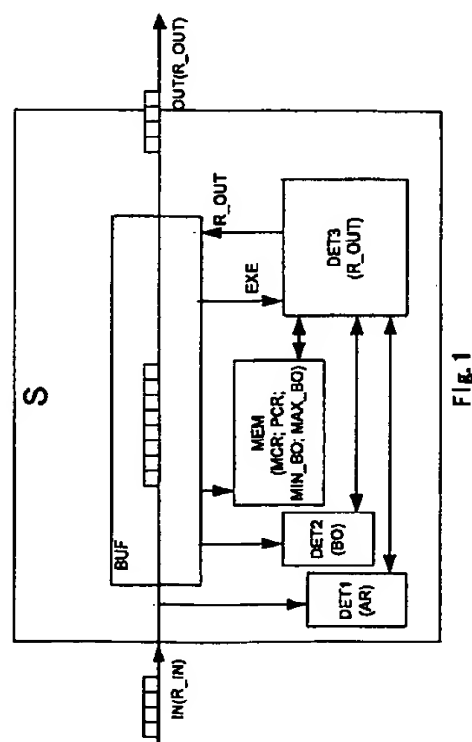
(71) 出願人 391030332  
アルカテル  
フランス国、75008 パリ、リュ・ラ・ボ  
エティ 54  
(72) 発明者 オリビエ・ボナバンテュール  
ベルギー国、バー-1200・ボルペーサン  
ランペール、アブニユ・ドウ・ラ・シヤル  
ミル・16、パティマン・48  
(74) 代理人 100062007  
弁理士 川口 義雄 (外2名)

(54) 【発明の名称】 シェーピング方法、そのようなシェーピング方法を実現するシェーピング装置、ならびにそのようなシェーピング装置を含む通信ネットワーク

(57) 【要約】

【課題】 入力データパケット速度の入力データフローを出力データパケット速度の出力データフローに変換するためシェーピング方法を提供すること。

【解決手段】 シェーピング方法は、入力データパケット速度の将来の入力データパケット速度の値を決定するステップと、入力データフローのデータパケット数に関連するバッファ占有率の値を決定するステップと、将来の入力データパケット速度の値とバッファ占有率の値に応じて出力データパケット速度の値を決定するステップと、さらに所定のピークデータパケット速度と所定の最低データパケット速度に応じて出力データパケット速度の値を決定するステップとを含む。これにより、所定の最低データパケット速度に従って所定の最低保証帯域幅をサービスに与え、所定のピークデータパケット速度に従って制限される余分の帯域幅までの使用を可能にするサービスカテゴリをサポートできるようになる。



### 【特許請求の範囲】

【請求項1】 入力データパケット速度 ( $R\_IN$ ) を有する入力データフロー ( $IN$ ) を出力データパケット速度 ( $R\_OUT$ ) を有する出力データフロー ( $OUT$ ) に変換するために通信ネットワーク内でシェーピング装置 ( $S$ ) によって使用されるシェーピング方法であって、前記シェーピング方法が、前記入力データパケット速度の将来の入力データパケット速度 ( $AR$ ) の値を決定するステップと、前記シェーピング装置 ( $S$ ) に含まれ、前記出力データパケット速度 ( $R\_OUT$ ) で溢れ出し、それによって前記出力データフロー ( $OUT$ ) を与えるバッファ ( $BUF$ ) によって受信されそこに実際に入れられた前記入力データフロー ( $IN$ ) のデータパケット数に関連するバッファ占有率 ( $BO$ ) の値を決定するステップと、前記将来の入力データパケット速度 ( $AR$ ) の値と前記バッファ占有率 ( $BO$ ) の値とに応じて前記出力データパケット速度 ( $R\_OUT$ ) の値を決定するステップとを含み、前記シェーピング方法がまた、所定のピークデータパケット速度 ( $PCR$ ) と所定の最低データパケット速度 ( $MCR$ ) に応じて前記出力データパケット速度 ( $R\_OUT$ ) の値を決定するステップであって、所定の最低データパケット速度 ( $MCR$ ) に従って所定の最低保証帯域幅をサービスに与え、前記所定の最低保証帯域幅を超え前記所定のピークデータパケット速度 ( $PCR$ ) に従って制限される余分の帯域幅の使用を可能にする、サービスカテゴリを前記シェーピング装置 ( $S$ ) がサポートできるようにするステップを含むことを特徴とするシェーピング方法。

【請求項2】 前記入力データパケット速度の平均入力データパケット速度 ( $AR$ ) の値を決定することによって将来の入力データパケット速度の値を決定する前記ステップの構成を含むことを特徴とする請求項1に記載のシェーピング方法。

【請求項3】 前記バッファ占有率 ( $BO$ ) の値が所定の最小バッファ占有率 ( $MIN\_BO$ ) より小さいかまたは前記所定の最小バッファ占有率 ( $MIN\_BO$ ) と事実上等しい場合、前記所定の最低データパケット速度または前記将来の入力データパケット速度のうちの最大値 ( $MAX\{MCR, AR\}$ ) を使用して前記出力データパケット速度 ( $R\_OUT$ ) の値を決定する前記ステップの構成を含むことを特徴とする請求項1または2に記載のシェーピング方法。

【請求項4】 前記バッファ占有率 ( $BO$ ) の値が所定の最小バッファ占有率 ( $BO\_MIN$ ) と所定の最大バッファ占有率 ( $MAX\_BO$ ) との間にある場合に、前記バッファ占有率 ( $BO$ ) の値に正比例し、かつ前記所定の最低データパケット速度 ( $MCR$ ) と前記所定のピークデータパケット速度 ( $PCR$ ) の間に収まる、関数を使用して前記出力データパケット速度 ( $R\_OUT$ ) の値を決定する前記ステップの構成を含むことを特徴と

する請求項1または2に記載のシェーピング方法。

【請求項5】 前記バッファ占有率の値が所定の最大バッファ占有率 ( $MAX\_BO$ ) に事実上等しいかまたは前記所定の最大バッファ占有率 ( $MAX\_BO$ ) より大きい場合、前記所定のピークデータパケット速度 ( $PCR$ ) を使用して前記出力データパケット速度 ( $R\_OUT$ ) の値を決定する前記ステップの構成を含むことを特徴とする請求項1または2に記載のシェーピング方法。

【請求項6】 前記関数が、前記将来の入力データパケット速度と、前記所定の最大バッファ占有率と前記所定の最小バッファ占有率との差を分母とし、前記所定のピークデータパケット速度と前記所定の最低データパケット速度との差を分子とする分数に事実上等しい勾配を有する前記バッファ占有率の値の線形関数のうちの最大値であることを特徴とする請求項4に記載のシェーピング方法。

【請求項7】 前記関数が、前記所定の最低データパケット速度と前記将来の入力データパケット速度のうちの最大値を切片とし、前記所定の最大バッファ占有率と前記所定の最小バッファ占有率の差を分母とし、前記所定のピークデータパケット速度と、前記所定の最低データパケット速度と前記平均入力データパケット速度のうちの最大値との差を分母とする分数に事実上等しい勾配を有する線形関数であることを特徴とする請求項4に記載のシェーピング方法。

【請求項8】 将来の入力データパケット速度 ( $AR$ ) の値を決定する前記ステップが、複数のグループデータパケット速度の第1の速度に対して実現され、それによって、第1の将来のグループデータパケット速度の値が提供され、前記複数のグループデータパケット速度の各々が複数のグループデータパケットのうちの1つの入力データパケット速度であり、前記複数のグループデータパケットの各々が前記入力データフローのデータパケットを含むことと、前記出力データフローに含まれる出力データパケットが前記複数のグループデータパケットの第1のグループデータパケットに含まれる際、前記出力データパケット速度 ( $R\_OUT$ ) の値を決定するステップを実行するために、前記将来の入力データパケット速度が、前記第1の将来のグループデータパケット速度の値によって構成され、前記第1の将来のグループデータパケット速度の値が前記第1のグループデータパケットの入力データパケット速度であることを特徴とする請求項1または2に記載のシェーピング方法。

【請求項9】 所定のシェーピング方法に従って入力データパケット速度 ( $R\_IN$ ) を有する入力データフロー ( $IN$ ) を出力データパケット速度 ( $R\_OUT$ ) を有する出力データフロー ( $OUT$ ) に変換するために通信ネットワーク内で使用されるシェーピング装置 ( $S$ ) であって、前記シェーピング装置 ( $S$ ) は、前記入力データフローのデータパケットを受信してバッファリング

し、前記シェーピング装置の出力を介して前記出力データパケット速度の値で溢れ出し、それによって前記出力データフロー（OUT）を与えるために、前記シェーピング装置の入力に結合されたバッファ（BUF）と、前記入力データパケット速度の将来の入力データパケット速度を決定し、それによって前記平均入力データパケット速度（AR）の値を提供するために、前記シェーピング装置の入力に結合された第1の決定装置（DET1）と、前記バッファに実際にバッファリングされたデータパケット数に関連するバッファ占有率を決定し、それによって前記バッファ占有率（BO）の値を提供するために、前記バッファ（BUF）に結合された第2の決定装置（DET2）と、前記将来の入力データパケット速度（AR）の値と前記バッファ占有率（BO）の値に応じて前記出力データパケット速度（R\_OUT）の値を決定し、前記出力データパケット速度の値を前記バッファ（BUF）に提供するために、前記第1の決定装置（DET1）、前記第2の決定装置（DET2）、および前記バッファ（BUF）に結合された第3の決定装置（DET3）とを含み、前記シェーピング装置（S）が、前記所定の最低データパケット速度（MCR）に従って所定の最低保証帯域幅をサービスに与え、前記所定の最低保証帯域幅を超え前記所定のピークデータパケット速度（PCR）に従って制限される余分の帯域幅の使用を可能にする、サービスカテゴリをサポートできるようにするために、前記第3の決定装置（DET3）が、所定のピークデータパケット速度（PCR）と所定の最低データパケット速度（MCR）にも応じて前記出力データパケット速度の値を決定するように構成されることを特徴とするシェーピング装置（S）。

【請求項10】 請求項9に記載の少なくとも1つのシェーピング装置を含むことを特徴とする通信ネットワーク。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、請求項1のプリアンブルに記載の入力データパケット速度を有する入力データフローを出力データパケット速度を有する出力データフローに変換するシェーピング方法、請求項9のプリアンブルに記載のそのようなシェーピング方法を実現するシェーピング装置、ならびに請求項10のプリアンブルに記載のそのようなシェーピング装置を含む通信ネットワークに関する。

【0002】

【従来の技術】ATM Forum、Technical committee「Traffic Management Specification」Version 4.0 ATM Forum/95-0013R10、1996年2月の5.5節 Traffic Shaping、41頁に記載されているように、トラフィ

ックシェーピングは、あるコネクション上のセルストリームのトラフィック特性を変更して、サービス品質の目標に合致しながらよりよいネットワーク効率を達成するかまたは後続のインタフェースでの適合性を保証する機構である。トラフィックシェーピングは、あるコネクション上のセルのシーケンスの完全性を保持する。トラフィックシェーピングの例は、時間的に適当な間隔のセルの配置およびセルスケジューリングポリシーによる平均セル速度の低減、バースト長の制限、セル遅延変動の低減などである。

【0003】また、ビデオトラフィックのバースト性を低減するシェーピング方法も提案されている。実際、通信ネットワークに含まれているシェーピング装置によって実現されているシェーピング方法は、例えば、Elsevier Science B. V. の Computer Communications 21 (1998) pp. 644-653 に発表された Jin-soo Kim および Jae-kyoon Kim の論文「Adaptive traffic smoothing for live VBR MPEG video service」から当技術分野ですでに知られている。

【0004】上記の論文では、ビジュアルレクチャやテレビジョンニュースなどのライブビデオアプリケーションで効果的に使用できるオンラインソーストラフィック平滑化方法が提案されている。実験の結果から、その提案された方式は、送信速度を最大限に平滑化するような動的な形で設計されており、所与のビデオストリームのピーク速度、時間的変動、および有効帯域幅を低減するのに有効であることが示されている。上記の論文の第2節に記載されているシステムモデルによれば、この方法は、入力データパケット速度を有する入力データフローを出力データパケット速度を有する出力データフローに変換する。実際、このシステムモデルは上記の論文では送信側バッファと呼ばれるバッファを含んでおり、そこに送信元から送信された入力データフローの受信データパケットが入れられる。バッファリングされたデータパケットは、以下で出力データパケット速度と呼ぶ送信速度で溢れ出て、それによって出力データフローが与えられる。

【0005】上記の論文の第3節には、上記の論文のビデオ平滑化方法は出力データパケット速度ならびにバッファのバッファ占有率の過去の情報に依存することが記載されている。さらに、以下でシェーピング装置と呼ぶシステムモデルは、入力データパケット速度の以前の値の線形結合を使用して将来の入力データパケット速度を効率的に推定するためにL次線形予測装置を含んでいる。

【0006】このようにして、従来技術の文献のシェーピング方法はとりわけ、入力データパケット速度の将来の入力データパケット速度の値を決定するステップと、

受信されバッファリングされた入力データフローのデータパケット数に関連するバッファ占有率の値を決定するステップと、とりわけ将来の入力データパケット速度の値とバッファ占有率の値に応じて出力データパケット速度の値を決定するステップとを含む。

【0007】上記の論文に記載されているように、ビデオ平滑化方法は可変ビットレートVBR MPEGビデオサービスをサポートしている。

【0008】ただし、入力データフローの所定の最低データパケット速度に従って所定の最低保証帯域幅をサービスに与え、この所定の最低保証帯域幅を超え所定のピークデータパケット速度に従って制限される余分の帯域幅の使用を可能にするサービス品質カテゴリは、従来技術の方法ではサポートされない。そのようなサービスカテゴリは、例えば保証フレーム速度GFRサービスカテゴリである。このサービスカテゴリはサービスに最低保証帯域幅を与えながらユーザにこの保証帯域幅よりも速い速度で送信することを可能にする。最低保証帯域幅の一部であるデータパケットが宛先に送達されている間、この保証帯域幅の一部ではないデータパケットはネットワーク内の未予約帯域幅の量に従ってベストエフォートベースで宛先に送達される。そのようなGFRサービスのためのトラフィック契約はデータフローごとの最低セル速度MCRとピークセル速度の定義を含む。以下で最低データパケット速度と呼ばれるそのような最低セル速度MCRは、例えばセル/秒で表される。この最低データパケット速度による最低保証帯域は、契約に従う確立された各データフローについて任意の時点で保証され、かつデータフローのコネクション設定時に決定される最低帯域幅である。以下でピークデータパケット速度と呼ばれるそのようなピークセル速度は契約に従って許される最高送信速度である。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】本発明の一目的は、シェーピング方法と、上記の知られている通信ネットワークなどの通信ネットワーク内でそのようなシェーピング方法を実現するシェーピング装置であるが、上記の欠点を有しない、すなわち、入力データフローの入力データパケット速度のバースト性を低減しながら、入力データフローの所定の最低データパケット速度に従って所定の最低保証帯域幅をサービスに与え、この所定の最低保証帯域幅を超え所定のピークデータパケット速度に従って制限される余分の帯域幅の使用を可能にするサービス品質カテゴリをサポートするシェーピング装置を提供することである。

【0010】

【課題を解決するための手段】本発明によれば、この目的は、請求項1に記載のシェーピング方法、請求項9に記載のそのようなシェーピング方法を実現するシェーピング装置、ならびに請求項10に記載のそのようなシェー

ーピング装置を含む通信ネットワークによって達成される。

【0011】実際、シェーピング方法は、やはり所定のピークデータパケット速度と所定の最低データパケット速度に応じて出力データパケット速度の値を決定するステップをさらに含む。このようにして、契約による入力データフローの最低データパケット速度が、出力データパケット速度の値を決定するために考慮される。出力データパケット速度の値によって、シェーピング方法が、データフローによる最低保証帯域幅を保証できる。さらに、シェーピング装置は、帯域幅がネットワーク内で使用できる場合に最低保証帯域幅を超える余分の帯域幅の使用を許可できるが、そして、所定のピークデータパケット速度に従って余分の帯域幅の使用を制限することもできる。

【0012】前述したように、最低データパケット速度は、入力データフローに対して保証されるデータパケット速度であるということに留意する必要がある。これは、入力データフローの入力データパケット速度の最低値がこの最低データパケット速度に等しいという意味ではない。実際、入力データパケット速度はこの最低データパケット速度より小さい場合があるが、この入力データフローに対して最低データパケット速度は常に保証されている。

【0013】

【発明の実施の形態】将来の入力データパケット速度の値を決定するステップの考えられる実施態様は、入力データパケット速度の平均入力データパケット速度の値を決定することである。これを請求項2に記載する。

【0014】入力データパケット速度のバースト性を低減する簡単な解決策は、出力データパケット速度の値を決定するために平均入力データパケット速度の上記の値を使用することである。この解決策によって入力データパケット速度のバースト性は制限されるが、シェーピング装置に含まれるバッファの占有率は増大し制御できなくなる。したがって、バッファの占有率に関する2つのしきい値、すなわち、所定の最小バッファ占有率と所定の最大バッファ占有率とが事前決定される。

【0015】バッファ占有率の値が所定の最小バッファ占有率より小さいかまたは所定の最小バッファ占有率と事実上等しい場合、シェーピング装置は少なくとも最低保証データパケット速度に等しい出力データパケット速度でバッファを溢れさせることができる。ただし、より大きい入力データパケット速度が予想されると、すなわち、将来の入力データパケット速度のより大きい値が決定されると、この将来の入力データパケット速度に従ってバッファを溢れさせる必要がある。このようにして、バッファ占有率の値が所定の最小バッファ占有率より小さいかまたはそれと等しい場合、シェーピング方法は、所定の最低データパケット速度または将来の入力データ

パケット速度のうち最大の速度を使用して出力データパケット速度の値を決定するステップの構成をさらに含む。これを請求項3に記載する。

【0016】さらに、バッファ占有率が所定の最小バッファ占有率と所定の最大バッファ占有率との間にある場合に、シェーピング方法は、バッファ占有率の値に正比例し最低データパケット速度とピークデータパケット速度の間に収まる関数を使用して出力データパケット速度の値を決定するステップの構成をさらに含む。実際、バッファ占有率を制御するには、バッファ占有率が大きくなれば大きくなるほど出力データパケット速度は高くなる。これを請求項4に記載する。

【0017】バッファ占有率が所定の最大バッファ占有率に等しいかそれより大きい場合、シェーピング方法は、データフローのコネクション設定中に上記のトラフィック契約にやはり事前定義され、データフローの送信元がデータパケットを送信できる最高データパケット速度である所定のピークデータパケット速度を使用して、出力データパケット速度の値を決定するステップの構成を含む。バッファ内のデータパケットの損失を回避するために、またバッファ占有率が事前定義された最大バッファ占有率にすでに等しいかそれを超えている場合、シェーピング装置はあまりに小さい出力データパケット速度でバッファを溢れさせることはできず、それによって、この所定のピークデータパケット速度に等しい出力データパケット速度でバッファを溢れさせる必要がある。これを請求項5に記載する。

【0018】本発明の他の特徴的な機能は、バッファ占有率の値が所定の最小バッファ占有率と所定の最大バッファ占有率の間にある場合に、出力データパケット速度が、将来の入力データパケット速度の値と、所定の最大バッファ占有率と所定の最小バッファ占有率の差を分母とし、所定のピークデータパケット速度と所定の最低データパケット速度の差を分子とする分数に等しい勾配を有するこのバッファ占有率の値の線形関数の最大値であるということである。

【0019】実際、バッファ占有率に正比例するように関数を実施するために異なる種類の曲線が可能である。さらに、将来の入力データパケット速度の値がバッファ占有率の関数の値より大きい限り、バッファはこの将来の入力データパケット速度で溢れる。これを請求項6に記載する。

【0020】ただし、前節によれば、平均入力データパケット速度と線形関数の結果が交差するポイントでのみバッファは解放される、すなわち、出力データパケット速度は増加する。これはバッファを解放するポイントが入力トラフィックに依存し、直接には所定の最小バッファ占有率には依存しないことを意味する。したがって、シェーピング装置に他の改善が提供される。バッファ占有率の値が所定の最小バッファ占有率と所定の最大バッ

ファ占有率の間にある場合、所定の最低データパケット速度と平均入力データパケット速度のうちの最大値を切片とし、所定の最大バッファ占有率と所定の最小バッファ占有率の差を分母とし、所定のピークデータパケット速度と、所定の最低データパケット速度と将来の入力データパケット速度のうちの最大値との差を分母とする分数に事実上等しい勾配を有する線形関数で、出力データパケット速度が決定される。このようにして、所定の最小バッファ占有率の値に達すると、バッファは増加する出力データパケット速度で溢れる。これを請求項7に記載する。

【0021】本発明の他の特徴的な機能は、将来の入力データパケット速度の値を決定するステップが、異なるグループデータパケット速度について実現され、それによって、出力データパケット速度の値を決定するステップが、異なる種類の状況に従って、これらの異なるグループデータパケット速度を使用して実行されるということである。実際、入力データフローの入力データパケットがそれぞれ事前定義された複数のグループデータパケットの1つの一部である場合、将来のグループデータパケット速度はデータパケットのグループごとに決定される。将来の入力データパケット速度の値に応じて出力データパケット速度の値を決定するステップは、この将来の入力データパケット速度をグループデータパケット速度の1つの値で構成することで実現される。いつ、どのグループデータパケット速度の値を使用するかという条件を実施する考えられる方法は、例えば、異なる事前定義されたグループ間の事前定義されたシーケンスによる。この条件を実施する第2の方法は、例えば、出力データフローの出力データパケットが属するグループデータパケットによる。これを請求項8に記載し、以下の例で詳述する。異なるグループデータパケットを事前定義する考えられる方法は、例えば、ATMセルと呼ばれる各非同同期転送モードデータパケットに含まれる、以下でCLPビットと呼ぶセル損失優先度ビットによる。このようにして、2つの事前定義されたデータパケットのグループが定義される。入力ATMデータフローに含まれるATMセルの第1のグループは1に等しいCLPビットを有するATMセルで、入力ATMデータフローに含まれるATMセルの第2のグループは0に等しいCLPビットを有するATMセルである。入力ATMデータフローが受信されている間、第1のグループに関連付けられ、入力データパケットの総量に基づく第1の将来のグループデータパケット速度と、第2のグループに関連付けられ、データパケットの第2のグループに含まれるATMセル、すなわち、CLPビット=0のATMセルにだけ基づく第2の将来のグループデータパケット速度との、2つの将来の入力データパケット速度が維持される。入力データフローの入力ATMセルはバッファリングされた後で、出力データパケット速度で送信される。

出力データパケットが1に等しいCLPビットを有する、すなわち、このデータパケットがデータパケットの第1のグループに属する場合、出力データパケット速度を決定するステップの実行中に使用される将来の入力データパケット速度は第1の将来のグループデータパケット速度によって構成される。出力データパケットが0に等しいCLPビットを有する、すなわち、このデータパケットがデータパケットの第2のグループに属する場合、出力データパケット速度を決定するステップの実行中に使用される将来の入力データパケット速度は第2の将来のグループデータパケット速度によって構成される。

【0022】出力データパケット速度を決定するために異なる種類のグループについて使用される異なる種類の将来のグループデータパケット速度について前節で述べたように、出力データパケットの出力データパケット速度を決定するために、バッファ占有率と、事前定義された最大バッファ占有率と、事前定義された最小バッファ占有率の任意の1つを異なるグループについて維持することに留意する必要がある。このようにして、グループのバッファ占有率の値、すなわちグループの事前定義された最大バッファ占有率と、グループの所定の最大バッファ占有率の値、すなわちグループの所定の最大バッファ占有率と、グループの所定の最低バッファ占有率の値、すなわちグループの所定の最低バッファ占有率が、複数のグループの1つについて定義され維持される。さらに、出力データフローの出力データパケットが複数のグループデータパケットの第1のグループデータパケットに含まれる場合、出力データパケット速度は、第1の将来のグループデータパケット速度の値と、第1のグループのバッファ占有率の値と、第1のグループの所定の最大バッファ占有率の値と、第1のグループの所定の最低バッファ占有率の値の任意の1つに応じて決定される。

【0023】さらに、あるグループに属するデータパケットの出力データパケット速度を決定するためにそのようなグループパラメータが使用される場合、他のグループに属するデータパケットの出力データパケット速度はそのようなグループパラメータを使用して決定されとは限らないことを述べる必要がある。実際、上記の例CLP=1およびCLP=0によれば、グループCLP=1の出力データパケット速度は、所定のピークデータパケット速度に等しい一定の出力データパケット速度に設定できる。このようにして、グループCLP=1ではより速い出力データパケット速度が決定され、それによって、このグループのATMセルはネットワークにより速く送信され、ネットワーク上で後ほど棄てることができる。ただし、グループCLP=0ではより遅い出力データパケット速度が決定され、それによって、このグループのATMセルはネットワークにより遅く送信され、シ

ステムによる保護の程度が高い。

【0024】請求項で使用する「含む」という用語は、その後に掲げた手段に限定するものと解釈すべきではないことに注意が必要である。したがって、「手段AおよびBを含む装置」という表現の範囲は構成要素AおよびBだけからなる装置に限定すべきではない。これは、本発明に関して、単に関連する装置の構成要素がAおよびBであるという意味である。

【0025】同様に、やはり請求項で使用する「結合された」という用語は直接の接続のみに限定されると解釈すべきでないことにも留意すべきである。したがって、「装置Bに結合された装置A」という表現の範囲は装置Aの出力が装置Bの入力に直接接続されている装置またはシステムに限定されるべきではない。これは、Aの出力とBの入力を結ぶ経路が他の装置または手段を含む経路である場合があるという意味である。

【0026】本発明の上記およびその他の目的および特徴は、本発明によるシェーピング装置を示す添付図面に関連して行われる非限定的な実施形態の以下の説明を参照することによってより明らかになり、本発明自体も最もよく理解できるであろう。

【0027】第1に、本発明の方法の動きを図に示す機能ブロックの機能説明によって説明する。この説明に基づいて、機能ブロックの実施態様は当業者には明らかになるので、詳述しない。さらに、シェーピング方法の主要な原理について説明する。

【0028】本発明によるシェーピング装置を説明するために、通信ネットワークに含まれるシェーピング装置を図に示す。シェーピング装置Sは入力データフローINを送信する送信元に結合されているものとする。シェーピング装置の目的は、この入力データフローのバースト性を低減することであるが、それだけでなく同じく重要なことには送信元がネットワーク内の任意の利用可能な未予約帯域幅から利益を得られるようにすることである。この特定の実施形態では、シェーピング装置が通信ネットワークから送信元に提供される保証フレーム速度サービスカテゴリGFRをサポートするものとする。これは、送信元がGFRサービスカテゴリを使用している場合、送信元と通信ネットワークの間で、通信すなわちデータフローのコネクション確立時にGFR契約が定義されることを意味する。この契約は送信元と通信ネットワーク間で信号プロトコルによってネットワーク運用業者が定義し、本明細書ではピークデータパケット速度と呼ばれるピークセル速度PCRの定義と、本明細書では最低データパケット速度と呼ばれる最低セル速度MCRの定義とを含む。

【0029】図1を参照すると、バッファBUFと、第1の決定装置DET1と、第2の決定装置DET2と、第3の決定装置DET3と、メモリMEMを含むシェーピング装置Sが示されている。



【0030】シェーピング装置Sは、入力データパケット速度R<sub>IN</sub>を有する入力データパケットフローINを出力データパケット速度R<sub>OUT</sub>を有する出力データパケットフローOUTに変換する。入力データパケットはシェーピング装置Sの入力で受信され、出力データパケットフローはシェーピング装置の出力から送信される。シェーピング装置の入力と出力はそれぞれシェーピング装置Sに向かう矢印とそこから外に向かう矢印で示されている。

【0031】バッファBUFはシェーピング装置Sのこの入力との出力の間に結合されている。バッファBUFはFIFOバッファでその送信速度を調整できる。これは、バッファBUFが、入力データフローINの入力データパケットを受信し、必要に応じてこれらの入力データパケットをバッファリングし、出力データパケット速度に従ってこれらの入力データパケットを送信し、それによって出力データフローOUTを与えるということの意味する。

【0032】バッファBUFは2つの事前定義されたバッファ占有率のしきい値、すなわち、事前定義された最小バッファ占有率MIN<sub>BO</sub>と事前定義された最大バッファ占有率MAX<sub>BO</sub>を含む。これらの2つの値は、例えば通信ネットワークの運用業者によって事前定義される。シェーピング装置とシェーピング方法の働きの詳細な説明で、これらの2つのしきい値の値の決定方法が明らかになろう。バッファBUFはこれらの事前定義されたしきい値をメモリMEMに提供するために制御出力を含む。

【0033】第1の決定装置DET1もシェーピング装置Sの入力に結合され、シェーピング装置にはバッファBUFが結合されている。第1の決定装置DET1は将来の入力データパケット速度の値を決定する。従来装置の解決策によれば、入力データパケット速度の以前の値の線形結合が使用される将来の入力データパケット速度を効率的に推定するためにL次線形予測装置が使用される。ただし、この実施形態では将来の入力データパケット速度を推定するために平均入力データパケット速度ARを決定することが好ましい。平均入力データパケット速度ARのこの値を決定するために、第1の決定装置DET1はカウンタと第1の計算器を含む（共に図示せず）。シェーピング装置Sの入力に結合されたカウンタはパケットの平均入力速度を測定するために使用される。このカウンタは連続する所定の期間T秒ごとに入力データフローINの入力データパケット数をカウントし、この数を第1の決定装置DET1の第1の計算器に提供する。

【0034】この特定の実施形態では、10ミリ秒に等しいT秒の所定の期間を定義することが好ましいが、本発明の範囲は、第1の決定装置DET1内に10ミリ秒ごとに入力データパケット数を決定するカウンタを含む

シェーピング装置に限定されない。実際、入力データパケット数を測定し、平均入力データパケット速度の値を決定するのに使用するために、その他の期間を決定することもできることは当業者には明らかである。計算器は、所定の測定期間に提供された入力データパケットN(IN)の数と、所定の平均係数Fと、以前の計算された平均入力データパケット速度AR(prev)とに基づいて新しい平均入力データパケット速度ARを計算する。

【0035】第1の計算器は10ミリ秒の測定期間Tごとに計算するために次の公式を使用する。

【0036】

【数1】

$$AR = AR(prev) + F \times \{AR(prev) - N(IN)\}$$

この特定の実施形態では、平均係数Fは0.05に設定される。本発明の範囲は0.05に設定された低域フィルタの平均係数を含む第1の決定装置DET1に限定されず、この平均係数を他の値、例えば0.06に設定することができることは当業者には明らかである。さらに、本発明の範囲は上記の公式に従って平均入力データパケット速度ARを決定する第1の決定装置DET1を含むシェーピング装置Sにも限定されないことは明らかである。実際、入力データフローINの平均入力データパケット速度ARを決定するために、本発明のシェーピング装置に他の種類の公式、例えばより複雑な解決策を使用できることは当業者には明らかである。

【0037】カウンタがデータパケット数N(IN)を受信すると、第1の計算器は10ミリ秒ごとに新しい平均入力データパケット速度を計算する。この平均入力データパケット速度ARは、第1の決定装置DET1によって第1の決定装置DET1の出力に結合された第3の決定装置DET3に提供される。

【0038】第2の決定装置DET2はバッファBUFの出力に結合されている。バッファBUFのこの出力は入力データパケットがバッファBUFに入力されるたびに増分制御信号（矢印を参照）を提供し、出力データフローの出力データパケットがバッファBUFから出力されるたびに減分制御信号を提供する。第2の決定装置DET2は、増分制御信号を受信するたびに1つずつ増分し、減分制御信号を受信するたびに1つずつ減分するカウンタ（図示せず）を含む。この方法に従って、バッファ占有率BOの値が第2の決定装置DET2によって決定される。第2の決定装置DET2は、バッファ占有率BOのこの値を第2の決定装置DET2にやはり結合された第3の決定装置DET3に提供する。

【0039】バッファ占有率、すなわち、実際にバッファBUFに入れられている入力データフローのデータパケット数は、さまざまな種類の方法で決定できることを述べる必要がある。

【0040】第3の決定装置DET3に提供される必要

がある事前定義された値を記憶するためにシェーピング装置SにメモリMEMが含まれる。そのためにメモリMEMは、事前定義された最小バッファ占有率MIN\_BOと事前定義された最大バッファ占有率MAX\_BOとを受信し、これらの値を記憶するために、バッファBUFに結合される。

【0041】さらに、メモリMEMは信号プロトコルユニット（図示せず）にも結合される。そのような信号プロトコルユニットは、データフローの送信元と通信ネットワークの間の信号プロトコルを認識することが可能であるか、少なくとも、確立されたGFR契約に従って、送信元と通信ネットワークの間で交換される情報から所定のピークデータパケット速度と所定の最低データパケット速度を決定することができる。本発明によるシェーピング装置Sはネットワーク内の異なる場所、例えばATMネットワーク内の非同期転送モードATM交換機内や、ポリシングユニット内や、ADSLネットワークの非対称デジタル加入者線ADSLモデム内や、通信ネットワーク内のスタンドアロン装置として使用されるので、そのような信号プロトコルユニットは通信ネットワーク内のシェーピング装置Sの外部または内部に含まれる。実際、シェーピング装置が例えば上記のATM交換機内に含まれる場合、シェーピング装置Sは、そのようなATM交換機がすでにそのような信号プロトコルユニットを含み、それによって、シェーピング装置Sに含まれるメモリMEMがこの信号プロトコルユニットに結合されるということを利用する。シェーピング装置がネットワーク内のスタンドアロン装置としての働きをする場合、そのような信号プロトコルユニットを本発明のシェーピング装置Sに含めることが必要である。実際、本節の目的は、信号プロトコルユニットが事前定義された最低データパケット速度とピークデータパケット速度を認識すること、及びメモリMEMに記憶されるためにこの情報がシェーピング装置SのメモリMEMに提供されるということである。事前定義された時刻にメモリMEM内の情報、すなわち事前定義された最小バッファ占有率、事前定義された最大バッファ占有率、事前定義されたピークデータパケット速度および事前定義された最低データパケット速度が、第3の決定装置DET3に提供される。

【0042】さらに、信号プロトコルはSVC（Switched Virtual Channel：交換仮想チャネル）が使用される場合にのみ必要であることに留意しなくてはならない。ただし、PVC（Permanent Virtual Channel：固定仮想チャネル）を使用する場合、仮想チャネル（VC）の最低データパケット速度とピークデータパケット速度はコネクションごとに直接ネットワーク運用業者によって指定され、交換機、したがってシェーピング装置によって認識される。

【0043】第3の決定装置DET3は、所定のピークデータパケット速度と平均入力データパケット速度の値とバッファ占有率の値と所定の最低データパケット速度とに応じて出力データパケット速度の値を決定するように構成される。バッファBUFの出力を制御し、バッファBUFがこの受信した出力データパケット速度に実際の出力データパケット速度を適合できるようにするために、決定された出力データパケット速度は第3の決定装置DET3によってバッファBUFに提供される。

【0044】データパケットがシェーピング装置Sによって送信されるたびに、出力データパケット速度の新しい値が、第1の決定装置DET1、第2の決定装置DET2およびメモリMEMから受信した情報に従って第3の決定装置DET3によって計算される。この決定ステップの初期化は、出力データパケットをバッファBUFが送信する際にバッファBUFから第3の決定装置DET3に提供される実行信号EXEで提供される。本発明によるシェーピング装置は、実際には不定期なベースの出力データパケットごとに出力データパケット速度を決定する実施態様に限定されないことに留意する必要がある。実際、このようにして、出力データパケット速度は出力データパケットごとに変化していたが、定期的なベースのN個の出力データパケットごとにまたはS秒ごとに変化することもできる。

【0045】バッファ占有率BOの値が事前定義された最小バッファ占有率MIN\_BOより小さいかまたはそれに等しい場合、出力データパケット速度は平均入力データパケット速度ARの値と最低データパケット速度MCRの最大値によって次のように決定される：

【0046】

【数2】

$$\begin{aligned} BO \leq MIN\_BO &\Rightarrow \\ R\_OUT &= MAX\{AR, MCR\} \quad (1) \end{aligned}$$

このようにして、入力データフローの送信元による送信の間、バッファ占有率が小さい、すなわち、この事前定義された最小バッファ占有率より大きくない限り、出力データパケット速度は保証最低データパケット速度の値に少なくとも等しくなる。ただし、そのような状況では、平均入力データパケット速度が事前定義された最低データパケット速度より大きい場合、バッファはこの大きい方の値で溢れる。

【0047】バッファ占有率BOの値が事前定義された最低バッファ占有率MIN\_BOと事前定義された最大バッファ占有率MAX\_BOとの間の場合、出力データパケット速度は次の公式で計算される値によって決定される。

【0048】

【数3】

$$\text{MIN\_BO} < \text{BO} \leq \text{MAX\_BO} \Rightarrow$$

$$\text{R\_OUT} = \text{MAX}\{\text{AR}, \text{MCR}\} + \frac{\text{PCR} - \text{MAX}\{\text{AR}, \text{MCR}\}}{\text{MAX\_BO} - \text{MIN\_BO}} \times (\text{BO} - \text{MIN\_BO}) \quad (2)$$

この公式によると、バッファ占有率が事前定義された最小しきい値、すなわち、事前定義された最低データパケット速度に達すると、バッファを増加する出力データパケット速度で溢れさせる必要がある。

【0049】増加する出力データパケット速度は、増加するバッファ占有率と共に増加する線形関数である。この線形関数は、所定の最低データパケット速度と平均入力データパケット速度のうち最大値を切片とし、所定の最大バッファ占有率と所定の最小バッファ占有率の差を分母とし、所定のピークデータパケット速度と、所定の最低データパケット速度と平均入力データパケット速度の値のうちの最大値との差を分子とする分数に事実上等しい勾配を有する。

【0050】バッファ占有率BOの値が事前定義された最大バッファ占有率MAX\_BOより大きい場合、出力データパケット速度は所定のピークデータパケット速度の値によって決定される。

【0051】

【数4】

$$\begin{aligned} \text{MAX\_BO} < \text{BO} \\ \Rightarrow \text{R\_OUT} &= \text{PCR} \end{aligned} \quad (3)$$

これは、バッファ占有率BOの値が、事前定義された最大バッファ占有率より大きい場合、バッファはGFR契約に従って、最大許容入力データパケット速度、すなわちピークデータパケット速度に等しい出力データパケット速度で溢れ出す。これにより、バッファBUFのオーバフローが回避される。

【0052】以下に本発明の方法の主要な原理を説明する。入力データパケットが、シェーピング装置Sによって受信され、バッファBUFにバッファリングされているものとする。データパケットをシェーピング装置Sが送信する際に、出力データパケット速度の新しい値を決定する必要がある。決定手順を開始するために制御信号EXEがバッファBUFから第3の決定装置DET3に提供される。出力データパケット速度の新しい値を計算できるように、バッファBUFは、パラメータの新しい値を、値要求制御信号(矢印だけで示す)によって第1の決定装置DET1、第2の決定装置DET2およびメモリMEMに要求する。

【0053】第3の決定装置DET3から値要求制御信

$$\text{R\_OUT} = \text{MAX}\{\text{AR}, \text{MCR}\} + \frac{\text{PCR} - \text{MAX}\{\text{AR}, \text{MCR}\}}{\text{MAX\_BO} - \text{MIN\_BO}} \times (\text{BO} - \text{MIN\_BO})$$

新しい値が第3の決定装置DET3によってバッファBOに提供され、バッファBOはその出力データパケット速度をこの新しい値に変更する。

号を受信すると、第1の決定装置DET1は、平均入力データパケット速度ARの値であり10ミリ秒ごとに上記の方法に従って更新される将来の出力データパケット速度のための値を第3の決定装置DET3に提供する。

【0054】第3の決定装置DET3から値要求制御信号を受信すると、第2の決定装置DET2は、データパケットがバッファBUFに入力されるか出力されるたびに更新されるバッファ占有率BOの値を第3の決定装置DET3に提供する。

【0055】第3の決定装置DET3から値要求制御信号を受信すると、メモリMEMは、最低データパケット速度MCRの値、ピークデータパケット速度PCRの値、最小バッファ占有率MIN\_BOの値および最大バッファ占有率MAX\_BOの値を、第3の決定装置DET3に提供する。これらの値は平均速度ARおよびバッファ占有率BOが更新される頻度では更新されないことに留意が必要である。さらに、このステップを実現するために他の実施態様が可能であることの留意されたい。実際、他の考えられる実施態様では、第3の決定装置DET3が、これらの値を記憶し、第3の決定装置DET3に値の1つが変更されたことを警告するためにメモリMEMが警告信号を提供するまで、これらの値を使用する。次いで第3の決定装置DET3はそのような警告信号を受信した時に限ってメモリMEMに値要求制御信号を提供する。

【0056】第3の決定装置DET3がパラメータのすべての必要な値を獲得すると、第3の決定装置DET3はバッファ占有率の値に従って出力データパケット速度の新しい値を決定する。実際、バッファ占有率BOの値を、最小バッファ占有率MIN\_BOの値と最大バッファ占有率MAX\_BOの値と比較して、第3の決定装置DET3は上記の公式(1)、(2)、(3)のいずれかを使用する。

【0057】バッファ占有率BOの値がバッファBOの2つのしきい値の間に収まり、それによって公式(2)が第3の決定装置DET3によって使用される状況を考えてみる。出力データパケット速度R\_OUTの新しい値は次式で計算される。

【0058】

【数5】

【0059】以上、本発明の原理を特定の装置に関連して説明してきたが、この説明は例示にすぎず、首記の請求の範囲に記載する本発明の範囲を限定するものではない。

いことを明確に理解する必要がある。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明によるシェーピング装置を示す図である。

【符号の説明】

IN (R\_IN) 入力データフロー（入力データパケット速度）

BUF バッファ

OUT (R\_OUT) 出力データフロー（出力データパケット速度）

DET1 (AR) 第1の決定装置DET1（平均入力

データパケット速度）

DET2 (BO) 第2の決定装置DET2（バッファ占有率）

DET3 (R\_OUT) 第3の決定装置DET3（出力データパケット速度）

MEM (MCR; PCR; MIN\_BO; MAX\_BO) メモリ（最低データパケット速度；ピークデータパケット速度；最小バッファ占有率；最大バッファ占有率）

EXE 実行信号

S シェーピング装置

【図1】

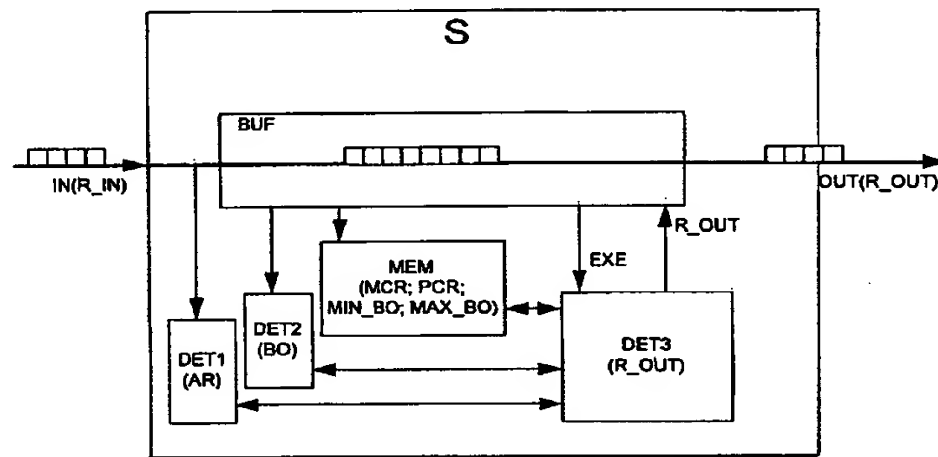


Fig. 1

## 【 外国語明細書 】

## 1. Title of Invention

**A SHAPING METHOD, A SHAPER REALIZING SUCH A SHAPING  
METHOD AND A COMMUNICATION NETWORK INCLUDING SUCH A  
SHAPER**

## 2. Claims

1. A shaping method for use by a shaper (S) in a communication network to convert an incoming data flow (IN) with an incoming data packet rate  $R_{IN}$  into an outgoing data flow (OUT) with an outgoing data packet rate ( $R_{OUT}$ ), said shaping method includes the steps of determining a value of a future incoming data packet rate (AR) of said incoming data packet rate, determining a value of a buffer occupancy (BO) related to the number of data packets of said incoming data flow (IN) being received and actual being buffered by a buffer (BUF) included in said shaper (S), said buffer (BUF) being leaked with said outgoing data packet rate ( $R_{OUT}$ ) in order to provide thereby said outgoing data flow (OUT), and the step of determining a value of said outgoing data packet rate ( $R_{OUT}$ ) in function of said value of said future incoming data packet rate (AR) and said value of said buffer occupancy (BO), **characterized** in that said shaping method includes the step of determining said value of said outgoing data packet rate ( $R_{OUT}$ ) also in function of a predetermined peak data packet rate (PCR) and a predetermined minimum data packet rate (MCR) in order to enable said shaper (S) to support a service category providing a service with a predetermined minimum guaranteed bandwidth according to said predetermined minimum data packet rate (MCR) and allowing use of excess bandwidth over said predetermined minimum guaranteed bandwidth, said excess bandwidth being limited according to said predetermined peak data packet rate (PCR).

2. The shaping method according to claim 1, characterized in that said shaping method includes constituting said step of determining a value of a future incoming data packet rate by determining a value of an average incoming data packet rate (AR) of said incoming data packet rate.

3. The shaping method according to any one of claim 1 and claim 2, characterized in that in the event when a value of said buffer occupancy (BO) is any one of being smaller than a predetermined minimum buffer occupancy (MIN\_BO) and being substantially equal to said predetermined minimum buffer occupancy (MIN\_BO), said shaping method includes constituting said step of determining said value of said outgoing data packet rate (R\_OUT) with a maximum of any one of said predetermined minimum data packet rate and said future incoming data packet rate ( $\text{MAX}\{\text{MCR}, \text{AR}\}$ ).

4. The shaping method according to any one of claim 1 and claim 2, characterized in that in the event when a value of said buffer occupancy (BO) lays between a predetermined minimum buffer occupancy (BO\_MIN) and a predetermined maximum buffer occupancy (MAX\_BO) said shaping method includes constituting said step of determining said value of said outgoing data packet rate (R\_OUT) with a function being directly proportional to said value of said buffer occupancy (BO) and being bounded between said predetermined minimum data packet rate (MCR) and said predetermined peak data packet rate (PCR).

5. The shaping method according to any one of claim 1 and claim 2, characterized in that in the event when a value of said buffer occupancy is any one of being substantially equal to a predetermined maximum buffer occupancy (MAX\_BO) and being bigger than said predetermined maximum buffer occupancy (MAX\_BO) said shaping method includes constituting said step of determining said value of said outgoing data packet rate (R\_OUT) with said predetermined peak data packet rate (PCR).

6. The shaping method according to claim 4, characterized in that said function is a maximum of any one of said future incoming data packet rate and a linear function of said value of said buffer occupancy with a slope being substantially equal to a fraction of the difference between said predetermined peak data packet rate and said predetermined minimum data packet rate, over the difference between said predetermined maximum buffer occupancy and said predetermined minimum buffer occupancy.

7. The shaping method according to claim 4, characterized in that said function is a linear function with an interception at a maximum of any one of said predetermined minimum data packet rate and said future incoming data packet rate and with a slope being substantially equal to a fraction of the difference between said predetermined peak data packet rate and a maximum of any one of said predetermined minimum data packet rate and said average incoming data packet rate, over the difference between said predetermined maximum buffer occupancy and said predetermined minimum buffer occupancy.

8. The shaping method according to any one of claim 1 and claim 2, characterized in that said step of determining a value of a future incoming data packet rate (AR) is realized for a first one of a plurality of group data packet rates whereby a value of a first future group data packet rate is provided, each one of said plurality of group data packet rates being an incoming data packet rate of one of a plurality of group data packets, each one of said plurality of group data packets including data packets of said incoming data flow, and that in the event when an outgoing data packet included in said outgoing data flow is included in a first group data packet of said plurality of group data packets, said future incoming data packet rate is constituted by said value of said first future group data packet rate in order to execute said step of determining said value of said outgoing data packet rate (R\_OUT), said value of said first future group data packet rate being an incoming data packet rate of said first group data packets.

9. A shaper (S) for use in a communication network to convert an incoming data flow (IN) with an incoming data packet rate (R\_IN) into an outgoing data flow (OUT) with an outgoing data packet rate (R\_OUT) according to a predetermined shaping method, said shaper (S) including a buffer (BUF) coupled to an input of said shaper in order to receive and to buffer data packets of said incoming data flow and in order to be leaked via an output of said shaper with a value of said outgoing data packet rate and to provide thereby

said outgoing data flow (OUT), first determining means (DET1) coupled to an input of said shaper in order to determine a future incoming data packet rate of said incoming data packet rate and to provide thereby a value of said average incoming data packet rate (AR), second determining means (DET2) coupled to said buffer (BUF) in order to determine a buffer occupancy related to a number of data packets actual being buffered by said buffer and to provide thereby a value of said buffer occupancy (BO), third determining means (DET3) coupled to said first determining means (DET1), to said second determining means (DET2), and to said buffer (BUF) in order to determine a value of said outgoing data packet rate (R\_OUT) in function of said value of said future incoming data packet rate (AR) and said value of said buffer occupancy (BO) and in order to provide said value of said outgoing data packet rate to said buffer (BUF), **characterized** in that said third determining means (DET3) is adapted to determine said value of said outgoing data packet rate also in function of a predetermined peak data packet rate (PCR) and a predetermined minimum data packet rate (MCR) in order to enable said shaper (S) to support a service category providing a service with a predetermined minimum guaranteed bandwidth according to said predetermined minimum data packet rate (MCR) and allowing use of excess bandwidth over said predetermined minimum guaranteed bandwidth, said excess bandwidth being limited according to said predetermined peak data packet rate (PCR).

10. A communication network **characterized** in that said communication network includes at least one shaper as described in claim 9.



### 3. Detailed Description of Invention

The present invention relates to a shaping method to convert an incoming data flow with an incoming data packet rate into an outgoing data flow with an outgoing data packet rate as described in the preamble of claim 1, to a shaper realizing such a shaping method as described in the preamble of claim 9 and a communication network including such a shaper as described in the preamble of claim 10.

As it is described in the *ATM Forum, Technical committee "Traffic Management Specification" Version 4.0 ATM Forum/95-0013R10, February 1996, at section 5.5 Traffic Shaping, page 41*, traffic shaping is a mechanism that alters the traffic characteristics of a stream of cells on a connection to achieve better network efficiency whilst meeting the Quality Of Service objectives, or to ensure conformance at a subsequent interface. Traffic shaping maintains cell sequence integrity on a connection. Examples of traffic shaping are e.g. mean cell rate reduction, burst length limiting, reduction of Cell Delay Variation by suitable spacing cells in time and cell scheduling policy.

Shaping methods have also been proposed to reduce the burstiness of video traffic. Indeed, a shaping method realized by a shaper being included in a communication network is already known in the art, e.g. from the article *"Adaptive traffic smoothing for live VBR MPEG video service" written by Jin-soo Kim and Jae-kyoon Kim and published in Computer Communications 21 (1998) pages 644 - 653 by Elsevier Science B.V..*

Therein, an on-line source traffic smoothing method is proposed that can be effectively used in live video applications such as visual lectures or television news. Through experimental results, it is shown that the proposed scheme, which is designed in such a dynamic way as to smooth maximally the transmission rate, is effective in reducing the peak rate, temporal variations, and effective bandwidth of a given video stream. According to the system model which is described in section 2 of this article, the method converts an incoming

data flow with an incoming data packet rate into an outgoing data flow with an outgoing data packet rate. Indeed, the system model includes a buffer, called in the article the sender buffer, wherein the received data packets of the incoming data flow transmitted by the source are buffered. The buffered data packets are leaked with a transmission rate, called hereafter outgoing data packet rate, whereby an outgoing data flow is provided.

In section 3 of the above article it is mentioned that the video smoothing method of the above mentioned article depends on the past information of the outgoing data packet rate as well as the buffer occupancy of the buffer. Furthermore, the system model, called hereafter shaper, includes an Lth order linear predictor in order to efficiently estimate a future incoming data packet rate by using a linear combination of the previous values of the incoming data packet rate.

In this way, the shaping method of the prior art document includes among others the steps of :

- determining a value of a future incoming data packet rate of the incoming data packet rate; and
- determining a value of a buffer occupancy related to the number of data packets of the incoming data flow which are received and are buffered by the buffer; and the step of
- determining a value of an outgoing data packet rate in function of among others a value of the future incoming data packet rate and a value of the buffer occupancy.

As it is described in the article, the video smoothing method supports Variable bit Rate VBR MPEG video services.

However, a quality of service category which provides a service with a predetermined minimum guaranteed bandwidth according to a predetermined minimum data packet rate of an incoming data flow and which allows use of excess bandwidth, being limited according to a predetermined peak data packet rate, over this predetermined minimum guaranteed bandwidth, is not supported by the prior art method. Such a service category is e.g. the Guaranteed Frame

Rate GFR service category. This service category provides a service with a minimum guaranteed bandwidth while allowing the users to transmit at a higher rate than this guaranteed bandwidth. The data packets which are part of the minimum guaranteed bandwidth will be delivered to the destination while the data packets which are not part of this guaranteed bandwidth will be delivered to the destination on a best-effort basis depending on the amount of the unreserved bandwidth inside the network. A traffic contract for such a GFR service includes the definition of a Minimum Cell Rate MCR and a Peak Cell Rate for each data flow. Such a minimum cell rate MCR, called hereafter minimum data packet rate, is expressed e.g. in cells per second. The minimum guaranteed bandwidth according to this minimum data packet rate is the minimum bandwidth which is guaranteed at any time for each established data flow following the contract and is determined during connection set-up of the data flow. Such a peak cell rate, called hereafter peak data packet rate, is the maximum transmission rate which is allowed according to the contract.

An object of the present invention is to provide a shaping method and a shaper realizing such a shaping method in a communication network such as the above known one, but which has not the above drawback i.e. which reduces the burstiness of the incoming data packet rate of the incoming data flow while supporting a quality of service category which provides a service with a predetermined minimum guaranteed bandwidth according to a predetermined minimum data packet rate of an incoming data flow and which allows use of excess bandwidth, being limited according to a predetermined peak data packet rate, over this predetermined minimum guaranteed bandwidth.

According to the invention, this object is achieved by the shaping method as described in claim 1, the shaper realizing such a shaping method as described in claim 9 and the communication network including such a shaper, as described in claim 10.

Indeed, due to the fact that the shaping method further includes determining the value of the outgoing data packet rate also in function of a predetermined peak data packet rate and a predetermined minimum data

packet rate. In this way, the minimum data packet rate according to the contract of the incoming data flow is taken into account in order to determine a value for the outgoing data packet rate whereby the shaping method is enabled to guarantee a minimum guaranteed bandwidth according for the data flow. Moreover, the shaper is enabled to allow the use of excess bandwidth over the minimum guaranteed bandwidth if this bandwidth is available in the network and to limit the use of excess bandwidth, however, according to the predetermined peak data packet rate.

It has to be remarked that the minimum data packet rate is, as already mentioned above, a data packet rate which is guaranteed to the incoming data flow. This does not mean that the minimum value of incoming data packet rates of the incoming data flow is equal to this minimum data packet rate. Indeed, the incoming data packet rate might be smaller than this minimum data packet rate but the minimum data packet rate is always guaranteed to this incoming data flow.

A possible implementation of the step of determining a value of a future incoming data packet rate is to determine a value of an average incoming data packet rate of the incoming data packet rate. This is described in claim 2.

A simple solution in order to reduce the burstiness of the incoming data packet rate is to use the above mentioned value of an average incoming data packet rate in order to determine a value for the outgoing data packet rate. Although this solution would limit the burstiness of the incoming data packet rate, it would result in a large and uncontrolled occupancy of the buffer included in the shaper. Therefore two thresholds are predetermined on the occupancy of the buffer : a predetermined minimum buffer occupancy and a predetermined maximum buffer occupancy.

As long as the value of the buffer occupancy is smaller than the predetermined minimum buffer occupancy or substantially equal to the predetermined minimum buffer occupancy, the shaper is allowed to leak the buffer with an outgoing data packet rate which is at least equal to the guaranteed minimum data packet rate. However, in the event when a bigger

incoming data packet rate is expected i.e. a bigger value of the future incoming data packet rate is determined, the buffer should be leaked according to this future incoming data packet rate. In this way, in the event when a value of the buffer occupancy is smaller than or equal to the predetermined minimum buffer occupancy, the shaping method further includes constituting the step of determining the value of the outgoing data packet rate with the maximum out of the predetermined minimum data packet rate or the future incoming data packet rate. This is described in claim 3.

Furthermore, in the event when the buffer occupancy is between the predetermined minimum buffer occupancy and the predetermined maximum buffer occupancy the shaping method further includes constituting the step of determining the value of the outgoing data packet rate with a function which is directly proportional to the value of the buffer occupancy and which is bounded between the minimum data packet rate and the peak data packet rate. Indeed, in order to keep the buffer occupancy under control, the higher the buffer occupancy becomes, the higher the outgoing data packet rate will be. This is described in claim 4.

In the event when the buffer occupancy is equal to or bigger than the predetermined maximum buffer occupancy the shaping method further includes constituting the step of determining the value of the outgoing data packet rate with the predetermined peak data packet rate which is also predefined in the above mentioned traffic contract during connection set-up of the data flow and which is the maximum data packet rate with which the source of the data flow is allowed to transmit data packets. In order to avoid loss of data packets in the buffer, and in the event when the buffer occupancy is already equal or higher as the predefined maximum buffer occupancy, the shaper can not effort itself to leak the buffer at a too small outgoing data packet rate, whereby it is necessary to leak the buffer with an outgoing data packet rate equal to this predetermined peak data packet rate. This is described in claim 5.

A further characteristic feature of the present invention is that, in the event when the value of the buffer occupancy is between the predetermined

minimum buffer occupancy and the predetermined maximum buffer occupancy, the outgoing data packet rate is the maximum of

- a value of the future incoming data packet rate; and
- a linear function a value of this buffer occupancy with a slope which is equal to a fraction of the difference between the predetermined peak data packet rate and the predetermined minimum data packet rate, over the difference between the predetermined maximum buffer occupancy and the predetermined minimum buffer occupancy.

Indeed, different kind of curves are possible to implement the function in order to be proportional to the buffer occupancy. Furthermore, as long as the value of the future incoming data packet rate is bigger than the value of the function of the buffer occupancy, the buffer will be leaked at this future incoming data packet rate. This is described in claim 6.

However, according to the above paragraph, the buffer will be relieved i.e. the outgoing data packet rate will increase, only at a the point when the average incoming data packet rate and the result of the linear function are crossing each other. This means that the point of relieving the buffer depends on the incoming traffic and not directly on the predetermined minimum buffer occupancy. Therefore a further improvement is provided to the shaper. In the event when value of the buffer occupancy is between a predetermined minimum buffer occupancy and a predetermined maximum buffer occupancy the outgoing data packet rate is determined with a linear function with an interception at a maximum out of the predetermined minimum data packet rate and the average incoming data packet rate and with a slope which is substantially equal to a fraction of the difference between the predetermined peak data packet rate and a maximum out of the predetermined minimum data packet rate and the future incoming data packet rate, over the difference between the predetermined maximum buffer occupancy and the predetermined minimum buffer occupancy. In this way, once the value of the predetermined minimum buffer occupancy is reached, the buffer will be leaked with an increasing outgoing data packet rate. This is described in claim 7.

A further characteristic feature of the present invention is that the step of determining a value of a future incoming data packet rate is realized for different group data packet rates whereby the step of determining a value of the outgoing data packet rate is executed by using these different group data packet rates according to different kind of situations. Indeed, in the event when the incoming data packets of the incoming data flow are each part of one of a plurality of predefined group data packets, a future group data packet rate is determined for each group of data packets. The step of determining a value of the outgoing data packet rate in function of a value of the future incoming data packet rate is realized by constituting this future incoming data packet rate by a value of one of the group data packet rates. A possible way to implement the condition of when to use which value of a group data packet rate is e.g. according to a predefined sequence among the different predefined groups. A second way to implement this condition is e.g. according to the group data packet whereto an outgoing data packet of the outgoing data flow belongs to. This is described in claim 8 and will further be explained with the following example. A possible way to predefine different group data packets is e.g. according to its Cell Loss Priority bit, called hereafter CLP bit, which is included in each Asynchronous Transfer Mode data packet, called ATM cell. In this way, two predefined group of data packets are defined : a first group of ATM cells included in the incoming ATM data flow are the ATM cells having a CLP bit equal to 1 and a second group of ATM cells included in the incoming ATM data flow are the ATM cells having a CLP bit equal to 0. During receiving of the incoming ATM data flow, two future incoming data packet rates are maintained, a first future group data packet rate which is associated to the first group and which is based on the total amount of incoming data packets and a second future group data packet rate which is associated to the second group and which is only based on the ATM cells included in the second group of data packets i.e. CLP bit = 0. After being buffered, an incoming ATM cell of the incoming data flow is going to be transmitted at an outgoing data packet rate. In the event when the outgoing data packet includes a CLP bit equal to 1, i.e. it belongs to

the first group of data packets, the future incoming data packet rate which is used during execution of the step of determining the outgoing data packet rate is constituted by the first future group data packet rate. In the event when the outgoing data packet includes a CLP bit equal to 0, i.e. it belongs to the second group of data packets, the future incoming data packet rate which is used during execution of the step of determining the outgoing data packet rate is constituted by the second future group data packet rate.

It has to be remarked that similar as described in the above paragraph of different kind of future group data packet rates to be used for different kind of groups in order to determine the outgoing data packet rate, also any one of the buffer occupancy, the predefined maximum buffer occupancy and the predefined minimum buffer occupancy can be maintained for the different groups in order to determine the outgoing data packet rate for the outgoing data packets. In this way any one of a value of a group buffer occupancy i.e. a predefined maximum buffer occupancy of a group, a value of a group predetermined maximum buffer occupancy i.e. a predetermined maximum buffer occupancy of a group, and a value of a group predetermined minimum buffer occupancy i.e. a predetermined minimum buffer occupancy of a group, are defined and maintained for one of the plurality of groups. Furthermore, in the event when an outgoing data packet of an outgoing data flow is included in a first group data packet of a plurality of group data packets, the outgoing data packet rate is determined in function of any one of :

- a value of a first future group data packet rate;
- a value of a first group buffer occupancy;
- a value of a first group predetermined maximum buffer occupancy;
- a value of a first group predetermined minimum buffer occupancy.

Furthermore it has to be explained that in the event when such a group parameter is used in order to determine the outgoing data packet rate for a data packet which belongs to a certain group, the outgoing data packet rate for a data packet which belongs to another group does not necessarily be determined by using such group parameters. Indeed, according to the above



described example of  $CLP=1$  and  $CLP=0$ , the outgoing data packet rate of the group  $CLP=1$  can be put to a constant outgoing data packet rate which is equal to the predetermined peak data packet rate. In this way for the group  $CLP=1$  a faster outgoing data packet rate is determined whereby the ATM cells of this group are faster transmitted into the network and might be discarded later on in the network. However, for the group  $CLP=0$  a slower outgoing data packet rate is determined whereby the ATM cells of this group are slower transmitted into the network and are better protected by the system.

It should be noticed that the term "including", used in the claims, should not be interpreted as being limitative to the means listed thereafter. Thus, the scope of the expression "a device including means A and B" should not be limited to devices consisting only of components A and B. It means that with respect to the present invention, the only relevant components of the device are A and B.

Similarly, it is to be noted that the term "coupled", also used in the claims, should not be interpreted as being limitative to direct connections only. Thus, the scope of the expression "a device A coupled to a device B" should not be limited to devices or systems wherein an output of device A is directly connected to an input of device B. It means that there exists a path between an output of A and an input of B which may be a path including other devices or means.

The above and other objects and features of the invention will become more apparent and the invention itself will be best understood by referring to the following description of a not limiting embodiment taken in conjunction with the accompanying Figure which illustrates a shaper according to the invention.

First, the working of the method of the present invention will be explained by means of a functional description of the functional blocks shown in the Figure. Based on this description, implementation of the functional blocks will be obvious to a person skilled in the art and will therefore not be described in further detail. In addition, the principle working of the shaping method will be described.

In order to describe the shaper according to the present invention a shaper is shown in the Figure which is included in a communication network. It is considered that the shaper S is coupled to a source which transmits an incoming data flow IN. The object of the shaper is to reduce the burstiness of this incoming data flow but also and not less important to enable the source to benefit from any available unreserved bandwidth inside the network. For this particular embodiment it is presumed that the shaper supports a guaranteed frame rate service category GFR which is provided by the communication network to the source. This means that, in the event when the source is using the GFR service category, between the source and the communication network a GFR contract is defined at connection set up of a communication i.e. a data flow. This contract is defined by the network operator or by means of a signaling protocol between the source and the communication network and includes the definition of a peak cell rate PCR, called herein a peak data packet rate and the definition of a minimum cell rate MCR, called herein minimum data packet rate.

Referring to Figure 1, the shaper S is shown which includes a buffer BUF, a first determiner DET1, a second determiner DET2, a third determiner DET3 and a memory MEM.

The shaper S converts an incoming data packet flow IN with an incoming data packet rate  $R_{IN}$  into an outgoing data packet flow OUT with an outgoing data packet rate  $R_{OUT}$ . The incoming data packet rate is received at an input of the shaper S and the outgoing data packet flow is transmitted at an output of the shaper. The input and the output of the shaper are shown with an arrow entering and leaving, respectively, the shaper S.

The buffer BUF is coupled between this input and this output of the shaper S. The buffer BUF is a first in first out buffer and is able to regulate its transmission rate. This means that the buffer BUF receives the incoming data packets of an incoming data flow IN, buffers these incoming data packets if required and transmits these incoming data packets according to an outgoing data packet rate and provides thereby an outgoing data flow OUT.

The buffer BUF includes two predefined buffer occupancy thresholds i.e. a predefined minimum buffer occupancy MIN\_BO and a predefined maximum buffer occupancy MAX\_BO. These two values are predefined by e.g. the operator of the communication network. During the further description of the working of the shaper and the shaping method it will become clear how the values for these two thresholds might be determined. The buffer BUF includes a control output in order to provide these predefined thresholds to the memory MEM.

The first determiner DET1 is also coupled to the input of the shaper S where to the buffer BUF is coupled. The first determiner DET1 determines a value of a future incoming data packet rate. According to the prior art solution an Lth order linear predictor is used to efficiently estimate a future incoming data packet rate whereby a linear combination of the previous values of the incoming data packet rates is used. However, for this embodiment it is preferred to determine an average incoming data packet rate AR in order to estimate a future incoming data packet rate. In order to determine this value of an average incoming data packet rate AR the first determiner DET1 includes a counter and a first calculator (both not shown). The counter, coupled to the input of the shaper S is used to measure the average incoming rate of packets. It counts the number of incoming data packets of the incoming data flow IN during every consecutive predetermined period of T seconds and provides this number to the first calculator of the first determiner DET1.

It has to be remarked that for this particular embodiment it is preferred to define the predetermined period of T seconds equal to 10 milliseconds, however the scope of the invention is not limited to a shaper which includes in the first determiner DET1 a counter which determines the number of incoming data packets every 10 milliseconds. Indeed, it is clear to a person skilled in the art that other period times could be determined in order to measure a number of incoming data packets and in order to be used to determine a value of an average incoming data packet rate. The calculator calculates a new average incoming data packet rate AR based upon :

- the provided number of incoming data packets  $N(IN)$  during the predetermined measuring period; and
- a predetermined averaging factor  $F$ ; and
- a previous calculated average incoming data packet rate  $AR(prev)$ .

The first calculator uses the following formulae in order to calculate for each measuring period  $T$  of 10 milliseconds :

$$AR = AR(prev) + F \times \{AR(prev) - N(IN)\}$$

For this particular embodiment the averaging factor  $F$  is set to 0.05. It is clear to a person skilled in the art that the scope of the invention is not limited to first determiners DET1 which are including an averaging factor of a low pass filter which is set to 0.05 but that this averaging factor could be set to other values e.g. 0.06. Furthermore, it should be clear that the scope of the invention is neither limited to a shaper  $S$  which includes a first determiner DET1 which determines the average incoming data packet rate  $AR$  according to the above described formulae. Indeed, it is clear to a person skilled in the art that other kind of formulas e.g. more complex solutions could be used in the shaper of the invention in order to determine the average incoming data packet rate  $AR$  of the incoming data flow  $IN$ .

Upon receiving of the counter the number of data packets  $N(IN)$ , the first calculator calculates every 10 milliseconds a new average incoming data packet rate. This average incoming data packet rate  $AR$  is provided by the first determiner DET1 to the third determiner DET3 which is coupled to an output of this first determiner DET1.

The second determiner DET2 is coupled to an output of the buffer BUF. This output of the buffer BUF provides an increment control signal (see arrow) each time when an incoming data packet enters the buffer BUF and provides a decrement control signal each time when an outgoing data packet of the outgoing data flow leaves the buffer BUF. The second determiner DET2 includes a counter (not shown) which increments with one each time when an

increment control signal is received and decrements with one each time when a decrement control signal is received. According to this way a value of a buffer occupancy BO is determined by the second determiner DET2. The second determiner DET2 provides this value of a buffer occupancy BO to the third determiner DET3 which is also coupled to the second determiner DET2.

It has to be explained that the buffer occupancy, i.e. a number of data packets of the incoming data flow which are actually being buffered by the buffer BUF could be determined according to different kind of ways.

The memory MEM is included in the shaper S in order to store predefined values which must also be provided to the third determiner DET3. Therefore the memory MEM is coupled to the buffer BUF in order to receive the predefined minimum buffer occupancy MIN-BO and the predefined maximum buffer occupancy MAX-BO and to store these values.

Furthermore the memory MEM is also coupled to a signaling protocol unit (not shown). Such a signaling protocol unit is enabled to understand the signaling protocol between the source of the data flow and the communication network or which is at least enabled to groom out of the information exchanged between the source and the communication network the predetermined peak data packet rate and the predetermined minimum data packet rate according to the established GFR contract. Since a shaper S according to the present invention is used at different places inside the network e.g. inside an asynchronous transfer mode ATM switch of an ATM network, a policing unit, an asymmetric digital subscriber line ADSL modem of an ADSL network, and as a stand-alone device in a communication network, such signaling protocol unit is included in the communication network outside or inside the shaper S. Indeed, in the event when the shaper is included in e.g. the above mentioned ATM switch, the shaper S takes advantage of the fact that such an ATM switch already includes such a signaling protocol unit, whereby the memory MEM included in the shaper S is coupled to this signaling protocol unit. In the event when the shaper is acting as a stand-alone device in the network it is necessary to include such a signaling protocol unit in the present shaper S. Indeed, the aim of the

present paragraph is the fact that the signaling protocol unit is aware of the predefined minimum data packet rate and the peak data packet rate and that this information is provided to the memory MEM of the shaper S in order to be stored in this memory MEM. At predefined time moments the information in the memory MEM i.e. the predefined minimum buffer occupancy, the predefined maximum buffer occupancy, the predefined peak data packet rate and the predefined minimum data packet rate is provided to the third determiner DET3.

A further remark is that a signaling protocol is only required in the event when switched virtual channels are used. However in the event when permanent virtual channels are used, the minimum data packet rate and the peak data packet rate of the virtual channels are directly specified by the network operator for each connection and are known by the switch and consequently by the shaper.

The third determiner DET3 is adapted to determine the value of the outgoing data packet rate in function of the predetermined peak data packet rate, the value of the average incoming data packet rate, the value of the buffer occupancy and the predetermined minimum data packet rate. The determined outgoing data packet rate is provided by the third determiner DET3 to the buffer BUF in order to control the output of the buffer BUF and to enable the buffer BUF to adapt the actual outgoing data packet rate to this received outgoing data packet rate.

Each time a data packet is transmitted by the shaper S, a new value for the outgoing data packet rate is calculated by the third determiner DET3 according to the received information from the first determiner DET1, the second determiner DET2 and the memory MEM. The initialization of this determining step is provided with an execution signal EXE which is provided by the buffer BUF to the third determiner DET3 when an outgoing data packet is going to be transmitted by the buffer BUF. It has to be remarked that the shaper according to the invention is not limited to the implementation of determining an outgoing data packet rate for every outgoing data packet, which is in fact upon an irregular base. Indeed, the outgoing data packet rate is in this way changed for

every outgoing data packet, but it could be changed also every N outgoing data packets or every S seconds which is upon a regular base.

In the event when the value of the buffer occupancy BO is smaller or equal to the predefined minimum buffer occupancy MIN\_BO, the outgoing data packet rate is determined by the maximum out of the value of the average incoming data packet rate AR and the minimum data packet rate MCR :

$$\begin{aligned} BO \leq MIN\_BO &\Rightarrow \\ R\_OUT &= MAX \{AR, MCR\} \end{aligned} \quad (1)$$

In this way, during transmission by the source of the incoming data flow, as long as the buffer occupancy is rather small i.e. not bigger than this predefined minimum buffer occupancy, the outgoing data packet rate will be equal to at least the value of the guaranteed minimum data packet rate. However, when in such a situation the average incoming data packet rate is bigger as the predefined minimum data packet rate, the buffer will be leaked with this bigger value.

In the event when the value of the buffer occupancy BO is between the predefined minimum buffer occupancy MIN\_BO and the predefined maximum buffer occupancy MAX\_BO, the outgoing data packet rate is determined by the value calculated by the following formulae :

$$\begin{aligned} MIN\_BO < BO \leq MAX\_BO &\Rightarrow \\ R\_OUT &= MAX \{AR, MCR\} + \frac{PCR - MAX \{AR, MCR\}}{MAX\_BO - MIN\_BO} \times (BO - MIN\_BO) \end{aligned} \quad (2)$$

According to this formulae, once the buffer occupancy reaches the predefined minimum threshold i.e. the predefined minimum data packet rate, the buffer must be leaked with an increasing outgoing data packet rate.

The increasing outgoing data packet rate is a linear function which increases with an increasing buffer occupancy. The linear function has an interception at the maximum out of the predetermined minimum data packet rate and the average incoming data packet rate and a slope which is equal to a fraction of the difference between the predetermined peak data packet rate and the maximum out of the predetermined minimum data packet rate and the value of the average incoming data packet rate, over the difference between the predetermined maximum buffer occupancy and the predetermined minimum buffer occupancy.

In the event when the value of the buffer occupancy BO is bigger as the predefined maximum buffer occupancy MAX\_BO, the outgoing data packet rate is determined by the value of the predetermined peak data packet rate.

$$\begin{aligned} \text{MAX\_BO} < \text{BO} & \qquad \qquad \qquad (3) \\ \Rightarrow \text{R\_OUT} = \text{PCR} \end{aligned}$$

This means that once the value of the buffer occupancy BO is bigger as the predefined maximum buffer occupancy, the buffer is leaked with an outgoing data packet rate which is equal to the maximum allowable incoming data packet rate i.e. the peak data packet rate according to the GFR contract. Herewith overflow of the buffer BUF is avoided.

Hereafter the principle working of the method of the invention will be described. Presume that incoming data packet was received by the shaper S and has been buffered by the buffer BUF. At the moment when the data packet is going to be transmitted by the shaper S a new value for the outgoing data packet rate has to be determined. A control signal EXE is provided by the buffer BUF to the third determiner DET3 in order to initiate the determining procedure. In order to be able to calculate a new value for the outgoing data packet rate the buffer BUF requests with a value request control signal (only shown with an arrow) new values for the parameters to the first determiner DET1, the second determiner DET2 and the memory MEM.



Upon receiving of a value request control signal from the third determiner DET3, the first determiner DET1 provides to the third determiner DET3 a value for the future outgoing data packet rate which is a value for the average incoming data packet rate AR and which is updated according to the method explained above every 10 milliseconds.

Upon receiving of a value request control signal from the third determiner DET3, the second determiner DET2 provides to the third determiner DET3 a value for the buffer occupancy BO which is updated every time a data packet enters or leaves the buffer BUF.

Upon receiving of a value request control signal from the third determiner DET3, the memory MEM provides to the third determiner DET3 a value for the minimum data packet rate MCR, a value for the peak data packet rate PCR, a value for the minimum buffer occupancy MIN\_BO and a value for the maximum buffer occupancy MAX\_BO. It has to be remarked that these values are not at all updated with the frequency of with which the average rate AR and the buffer occupancy BO are updated. Furthermore, it has to be remarked that other implementations are possible in order to realize this step. Indeed, another possible implementation is that the third determiner DET3 stores these values and uses these values until the memory MEM provides a warning signal in order to warn the third determiner DET3 that one of the values have been changed. The third determiner DET3 provides then a value request control signal to the memory MEM only upon receiving of such a warning signal.

When the third determiner DET3 has all the needed values of the parameters, it determines a new value for the outgoing data packet rate according to the value of the buffer occupancy. Indeed, upon comparing the value of the buffer occupancy BO with the value of the minimum buffer occupancy MIN\_BO and the maximum buffer occupancy MAX\_BO the third determiner uses any one of the formulae's (1), (2) and (3) mentioned above.

Presume a situation wherein the value of the buffer occupancy BO is between the value of the two thresholds of the buffer BO whereby formulae (2) will be used by the third determiner DET3. A new value for the outgoing data packet rate R\_OUT is calculated as follows :

$$R\_OUT = \text{MAX} \{AR, MCR\} + \frac{PCR - \text{MAX} \{AR, MCR\}}{\text{MAX\_BO} - \text{MIN\_BO}} \times (BO - \text{MIN\_BO})$$

The new value is provided by the third determiner DET3 to the buffer BO which changes its outgoing data packet rate to this new value.

While the principles of the invention have been described above in connection with specific apparatus, it is to be clearly understood that this description is made only by way of example and not as a limitation on the scope of the invention, as defined in the appended claims.

#### 4. Brief Description of Drawings

Figure 1 illustrates a shaper according to the invention.

Fig. 1

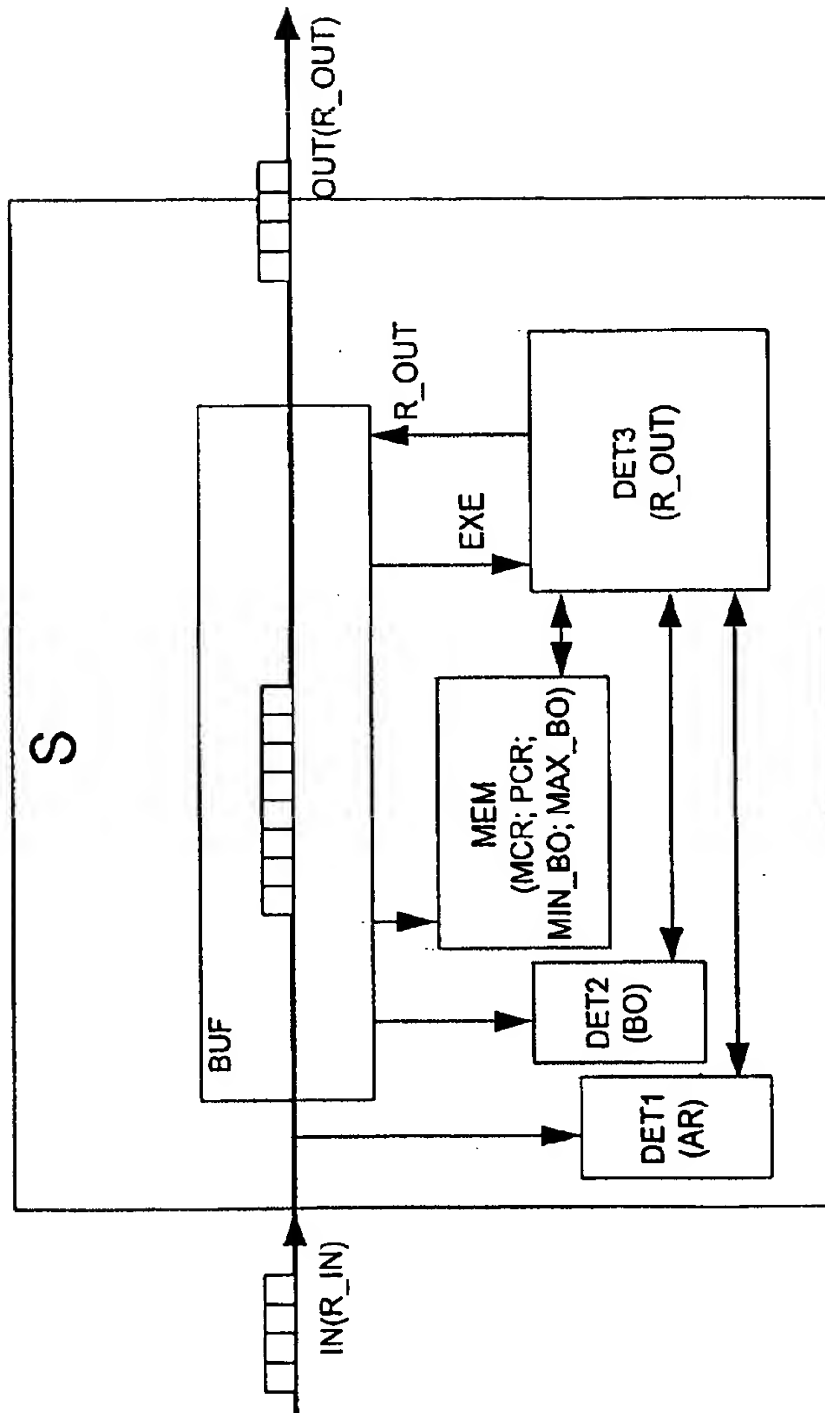


Fig. 1

## 1. Abstract

The invention relates to a shaping method for use by a shaper in a communication network in order to convert an incoming data flow with an incoming data packet rate into an outgoing data flow with an outgoing data packet rate. The shaper includes a buffer which is leaked with the outgoing data packet rate in order to provide thereby the outgoing data flow.

The shaping method includes the following steps :

- determining a value of a future incoming data packet rate of the incoming data packet rate; and
- determining a value of a buffer occupancy related to the number of data packets of the incoming data flow which is received and actual buffered by a buffer included in the shaper; the buffer is leaked with the outgoing data packet rate in order to provide thereby the outgoing data flow; and
- determining a value of the outgoing data packet rate in function of the value of the future incoming data packet rate and the value of the buffer occupancy.

The shaping method further includes the step of :

- determining a value of the outgoing data packet rate also in function of a predetermined peak data packet rate and a predetermined minimum data packet rate. Herewith the shaper is enabled to support a service category which provides a service with a predetermined minimum guaranteed bandwidth according to the predetermined minimum data packet rate and which allows use of excess bandwidth over the predetermined minimum guaranteed bandwidth whereby the excess bandwidth is limited according to the predetermined peak data packet rate.

## 2. Representative Drawing

Fig. 1